

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 855 799 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.07.1998 Patentblatt 1998/31

(51) Int. Cl.⁶: H03K 17/06, H03K 17/16

(21) Anmeldenummer: 98101336.0

(22) Anmeldetag: 27.01.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: Flock, Horst
72766 Reutlingen (DE)

(74) Vertreter:
Hoeger, Stellrecht & Partner
Uhlandstrasse 14 c
70182 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: 28.01.1997 DE 19702949

(71) Anmelder: Stribel GmbH
72636 Frickenhausen (DE)

(54) Steuergerät

(57) Um ein Steuergerät zur Ansteuerung einer an einem Ausgang angeschlossenen induktiven Last, umfassend

eine Steuerschaltung, welche PWM-Signal erzeugt, einen FET-Endstufenschalter zum Schalten eines Speisestroms für die Last, eine Einschaltstufe und eine Ausschaltstufe zum Ein- und Ausschalten einer Gate-Spannung des Endstufenschalters, und eine Gate-Spannungsversorgung für die Einschaltstufe zu schaffen, bei welchem mit möglichst einfachen Mitteln ein zuverlässiges Schalten des FET-Endstufenschalters erreichbar ist, wird vorgeschla-

gen,

daß die Gate-Spannungsversorgung eine Ladungspumpenschaltung, umfassend eine zwischen einem Plusanschluß und einem Mittelabgriff in Durchlaßrichtung liegende Diode und einen zwischen dem Mittelabgriff und einem Minusanschluß liegenden Kondensator, aufweist, daß der Mittelabgriff mit der Einschaltstufe verbunden ist und daß ein Potential am Minusanschluß der Ladungspumpenschaltung sich entsprechend einem Potential am Ausgang ändert und somit die Kapazität am Mittelabgriff eine Gate-Versorgungsspannung liefert, welche mindestens einer Spannung am versorgungsseitigen Anschluß des Endstufenschalters entspricht.

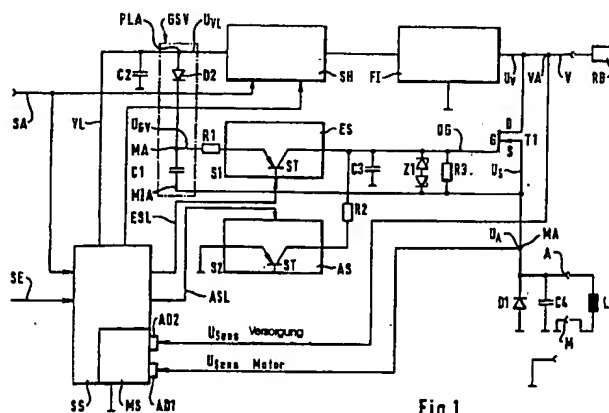


Fig.1

EP 0 855 799 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Steuergerät zur Ansteuerung einer an einem Ausgang angeschlossenen induktiven Last, insbesondere eines Lüftermotors eines Kraftfahrzeugs, umfassend eine Steuerschaltung, welche entsprechend eines Sollwerts ein aufeinanderfolgende Ein- und Ausschaltintervalle aufweisendes PWM-Signal erzeugt, einen FET-Endstufenschalter zum Schalten eines von einem Spannungsversorgungsanschluß zum Ausgang fließenden Speisestroms für die Last entsprechend den Ein- und Ausschaltintervallen, eine Einschaltstufe und eine Ausschaltstufe zum Ein- und Ausschalten einer Gate-Spannung des Endstufenschalters, welche entsprechend dem Ein- und Ausschaltintervall des PWM-Signals von der Steuerschaltung angesteuert sind, und eine Gate-Spannungsversorgung für die Einschaltstufe zur Erzeugung einer Gate-Versorgungsspannung zum Durchschalten des Endstufenschalters während des Einschaltintervalls.

Ein derartiges Steuergerät ist beispielsweise aus der WO 95/28767 bekannt.

Bei dieser Schaltung wird eine Gate-Versorgungsspannung des Endstufenschalters mit aufwendigen Mitteln erzeugt.

Ferner ist auch aus der DE-A-34 05 936 eine Steuerschaltung für einen FET-Endstufenschalter bekannt, bei welcher eine Diode und ein Kondensator vorhanden sind.

Allerdings dient der Kondensator lediglich dazu, die Gate-Source-Kapazität des FET-Transistors beim Einschalten aufzuladen. Um diesen FET-Transistor während des Einschaltintervalls durchgeschaltet zu lassen, sind ein zusätzlicher Transistor und eine Konstantstromquelle zur Ansteuerung des Transistors erforderlich, so daß auch in diesem Fall die gesamte Gate-Spannungsversorgung aufwendig ist.

Ausgehend von diesem Stand liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Steuergerät der gattungsgemäßen Art zu schaffen, bei welchem mit möglichst einfachen Mitteln ein zuverlässiges Schalten des FET-Endstufenschalters erreichbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Steuergerät der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Gate-Spannungsversorgung eine Ladungspumpenschaltung, umfassend einen zwischen einem Plusanschluß und einem Mittelabgriff in Durchlaßrichtung liegende Diode und einen zwischen dem Mittelabgriff und einem Minusanschluß liegenden Kondensator aufweist, daß der Mittelabgriff mit der Einschaltstufe verbunden ist und daß ein Potential am Minusanschluß der Ladungspumpenschaltung sich entsprechend einem Potential am Ausgang ändert und somit während des Ausschaltintervalls ein über die Diode fließender Strom den Kondensator auflädt und während des gesamten Einschaltintervalls die Diode sperrt und die Kapazität am Mittelabgriff eine Gate-Versorgungsspannung liefert, welche mindestens einer

Spannung an einem versorgungsseitigen Anschluß des Endstufenschalters entspricht.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung liegt somit zunächst in ihrer konzeptionellen Einfachheit die einen aufwendigen Aufbau überflüssig macht.

Darüber hinaus ist der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung darin zu sehen, daß mit dieser in einfacher Art und Weise eine derart hohe Gate-Versorgungsspannung erzeugbar ist, welche ein sicheres und vollständiges Durchschalten des Endstufenschalters gewährleistet.

Ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Lösung sieht daher vor, die am Mittelabgriff der Ladungspumpenschaltung anliegende Gate-Versorgungsspannung ungeregelt dem Gate-Anschluß zuzuführen. Der Vorteil dieser Lösung liegt in dem besonders einfachen und somit kostengünstigen Aufbau des erfindungsgemäßen Steuergeräts.

Zweckmäßigerweise ist bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Lösung vorgesehen, daß die Kapazität in der Ladungspumpenschaltung so dimensioniert ist, daß diese bei für das PWM-Signal vorgesehenem maximalem Ausschaltintervall und maximalem Einschaltintervall während des gesamten Einschaltintervalls eine Gate-Versorgungsspannung liefert, welche größer ist als die Spannung am versorgungsseitigen Anschluß des Endstufenschalters. Durch diese Dimensionierung der Kapazität wird eine ausreichend hohe Gate-Versorgungsspannung während des gesamten Einschaltintervalls zur Verfügung gestellt, ohne daß zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind.

Ferner ist es besonders günstig, wenn die Leckströme bei der Erzeugung der Gate-Spannung während des gesamten Einschaltintervalls die Kapazität nur so weit entladen, daß deren Spannung am Ende des maximalen Einschaltintervalls größer ist als die Spannung am versorgungsseitigen Anschluß des Endstufenschalters.

Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn die Kapazität so dimensioniert ist, daß er sich während des maximalen Einschaltintervalls nicht mehr als zur Hälfte entlädt. In diesem Fall kann der Abfall der Gate-Versorgungsspannung so gering gehalten werden, daß er sich nicht negativ auf die damit verbundene Änderung in der Ansteuerung des Endstufenschalters auswirkt.

Noch besser ist es, wenn die Kapazität so dimensioniert ist, daß er sich während des maximalen Einschaltintervalls um weniger als 20%, noch besser weniger als 10% entlädt.

Eine hinsichtlich der Durchsteuerung des Endstufenschalters besonders vorteilhafte Lösung sieht vor, daß die Gate-Versorgungsspannung während des gesamten Einschaltintervalls mindestens 3 Volt über der Spannung am versorgungsseitigen Anschluß des Endstufenschalters liegt. Damit ist sichergestellt, daß während des gesamten Einschaltintervalls der Endstufenschalter stets vollständig durchgesteuert ist, so daß

auch Schwankungen in der Gate-Versorgungsspannung sich nicht auf die Durchsteuerung des Endstufenschalters auswirken.

Eine besonders günstige Lösung eines erfindungsgemäßen Steuergeräts sieht vor, daß der Minusanschluß der Ladungspumpenschaltung auf einem Potential zwischen dem des ausgangsseitigen Anschlusses des Endstufenschalters und dem des Ausgangs liegt. Diese Lösung stellt sicher, daß das Potential des Minusanschlusses entsprechend dem Potential des Ausgangs variiert, läßt jedoch offen, inwieweit das Potential des Minusanschlusses direkt dem des Ausgangs entspricht.

Ferner sieht eine besonders vorteilhafte Realisierung des erfindungsgemäßen Steuergeräts vor, daß der Plusanschluß der Ladungspumpenschaltung auf einem Potential liegt, welches mindestens dem am versorgungsseitigen Anschluß des Endstufenschalters entspricht.

Eine besonders einfache und günstige Realisierung der erfindungsgemäßen Lösung sieht vor, daß der Plusanschluß der Ladungspumpenschaltung mit einer Versorgungsleitung des Steuergeräts verbunden ist.

Vorzugsweise liegt dabei die Versorgungsleitung auf einer stabilisierten Spannung, so daß eine Beschädigung des Endstufenschalters durch eine überhöhte Gate-Versorgungsspannung ausgeschlossen ist.

In besonders einfacher Weise läßt sich die Spannung am Plusanschluß gegen Einbrüche dann stabilisieren, wenn hierzu ein Kondensator Verwendung findet, der insbesondere auch dazu eingesetzt wird, ein schnelles Aufladen der Kapazität der Ladungspumpenschaltung unmittelbar nach Übergang vom Einschaltintervall in das Ausschaltintervall sicherzustellen.

Ein besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Steuergeräts sieht vor, daß die Gate-Spannungsversorgung ausschließlich Dioden und Kondensatoren umfaßt und somit insbesondere keine Bauteile, wie beispielsweise Transistoren, zur Regelung der Gate-Versorgungsspannung erforderlich sind.

Im Zusammenhang mit der bisherigen Erläuterung der einzelnen Ausführungsbeispiele wurde nicht näher auf die Ausbildung der Einschaltstufe eingegangen.

Um bei der induktiven Last Spannungsspitzen zu vermeiden, ist vorzugsweise vorgesehen, daß der Einschaltstufe ein als Tiefpaß ausgebildetes Zeitglied zugeordnet ist, mit welchem der Anstieg der Gate-Spannung beim Einschalten festlegbar ist.

Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, daß ein Kondensator des Tiefpasses zwischen dem Gate-Anschluß und Masse liegt.

Die Einschaltstufe selbst kann in unterschiedlichster Art und Weise ausgebildet sein. Eine vorteilhafte Ausbildung der Einschaltstufe sieht vor, daß diese einen von der Steuerschaltung steuerbaren Schalttransistor aufweist.

Desgleichen ist, insbesondere zur Vermeidung

negativer Spannungsspitzen beim Ausschalten, der Ausschaltstufe ein als Tiefpaß ausgebildetes Zeitglied zugeordnet.

Dabei arbeitet vorzugsweise das der Ausschaltstufe zugeordnete Zeitglied mit demselben Kondensator zwischen dem Gate-Anschluß und Masse.

Ferner ist vorzugsweise die Ausschaltstufe ebenfalls so ausgebildet, daß sie einen von der Steuerschaltung geschalteten Schalttransistor aufweist.

Vorzugsweise ist vorgesehen, daß eine Zeitkonstante des Tiefpasses für das Einschalten und/oder das Ausschalten mindestens einen Faktor fünf größer ist als eine Zeitkonstante einer zur Last parallel geschalteten Freilaufdiode, so daß das Auftreten von Spannungsspitzen weitgehend vermieden werden kann.

Ein weiteres erfindungsgemäßes Konzept, welches alternativ oder ergänzend zum vorstehend genannten erfindungsgemäßen Konzept zu sehen ist, umfaßt ein Steuergerät zur Ansteuerung einer Last, insbesondere eines Lüftermotors eines Kraftfahrzeugs, umfassend eine Steuerschaltung, welche entsprechend eines Soll-Werts ein aufeinanderfolgende Einschaltintervalle und Ausschaltintervalle aufweisendes PWM-Signal erzeugt, eine Einschaltstufe und eine Ausschaltstufe, welche gemäß dem PWM-Signal über einen Endstufenschalter den Speisestrom für die Last pulsweitenmoduliert schalten, wobei erfindungsgemäß zwischen dem Endstufenschalter und der Last ein Meßabgriff vorgesehen ist, welcher mit einer Meßschaltung verbunden ist, und wobei eine Überwachungsschaltung durch Unterdrücken mindestens eines PWM-Einschaltintervalls ein Meßausschaltintervall erzeugt innerhalb des Meßausschaltintervalls mit der Meßschaltung die Spannung am Meßabgriff überwacht und mit einem Referenzwert vergleicht.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist darin zu sehen, daß diese die Möglichkeit schafft, das Freilaufverhalten der Last zu überwachen und somit Funktionsausfälle der Last zu überprüfen.

Ist die Last beispielsweise ein Gleichstrommotor, so kann während des Meßausschaltintervalls beispielsweise überwacht werden, ob der Motor im Freilauf weiterläuft, oder blockiert ist.

Prinzipiell wäre es denkbar, während des gesamten Meßausschaltintervalls die Spannung am Meßabgriff zu überwachen. Dies ist jedoch aufwendig und erfordert ein erhebliches Speichervermögen.

Aus diesem Grund sieht eine besonders einfache und vorteilhafte Lösung vor, daß die Meßschaltung innerhalb des Meßintervalls zu einer bestimmten Überwachungszeit die Spannung am Meßabgriff ermittelt.

Wird die Überwachungszeit in Abstimmung an das Verhalten der Last, beispielsweise das Nachlaufen des Gleichstrommotors, festgelegt, so läßt sich damit mit ausreichender Genauigkeit ermitteln, ob der Gleichstrommotor blockiert ist oder weiterläuft.

Insbesondere die Frage, ob ein Motor blockiert ist oder weiterläuft, läßt sich mit einem besonders einfachen

chen Verfahren ermitteln, nämlich dadurch, daß die Überwachungsschaltung überprüft, ob die Spannung am Meßabgriff zu der bestimmten Überwachungszeit einen Mindestwert überschreitet oder nicht. Wird der Mindestwert überschritten, so ist davon auszugehen, daß der Gleichstrommotor ein ausreichendes Nachlaufverhalten zeigt.

Da eine Überprüfung der Last nur in relativ großen Zeitabständen notwendig und sinnvoll ist, ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Überwachungsschaltung periodisch, beispielsweise nach einem bestimmten Zeitraum ein Meßausschaltintervall initiiert.

Eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Steuergeräts sieht vor, daß eine weitere Meßschaltung vorgesehen ist, welche eine Versorgungsspannung des Steuergeräts erfaßt.

Mit dem Erfassen der Versorgungsspannung lassen sich ebenfalls Überwachungsaufgaben bezüglich der Last durchführen.

So sieht ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß die Überwachungsschaltung ein Meßeinschaltintervall definierter Dauer generiert und zu Beginn und zum Ende dieses Meßeinschaltintervalls die Versorgungsspannung unter Last erfaßt und daß die Überwachungsschaltung die Differenz zwischen der Versorgungsspannung zu Beginn und am Ende des Meßeinschaltintervalls ermittelt und mit einem Referenzwert vergleicht.

Die Differenz der Versorgungsspannung zu Beginn und am Ende des Meßeinschaltintervalls gibt ein Maß dafür, inwieweit die Last eine sinnvolle Größe aufweist und das erfindungsgemäße Steuergerät zu stark oder zu wenig belastet.

So ist beispielsweise vorgesehen, daß die Überwachungsschaltung bei einer Differenz, welche kleiner als ein Mindestreferenzwert ist, eine fehlende Last meldet.

Alternativ dazu ist es aber auch denkbar, wenn die Überwachungsschaltung bei Überschreiten eines Maximalreferenzwertes einen Kurzschluß meldet, da in diesem Fall die Last das Steuergerät zu stark belastet.

In beiden Fällen ist es aber auch denkbar, die Überwachungsschaltung so zu konzipieren, daß diese im Fall einer fehlenden Last oder im Fall eines Kurzschlusses das Steuergerät abschaltet.

Das Meßeinschaltintervall, welches von der Überwachungsschaltung initiiert ist, könnte beispielsweise ein PWM-abhängiges Einschaltintervall sein. Da ein derartiges Einschaltintervall jedoch in manchen Fällen zu kurz sein kann und somit Fehlmessungen auftreten können, ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Überwachungsschaltung ein PWM-unabhängiges Meßeinschaltintervall generiert.

Prinzipiell wäre es denkbar, ein derartiges Meßeinschaltintervall nach jedem beliebigen Meßausschaltintervall folgen zu lassen.

Da jedoch insbesondere die PWM-abhängigen Ausschaltintervalle sehr kurz sein können und sich somit die Versorgungsspannung in diesen kurzen Aus-

schaltintervallen unwesentlich von der Belastung durch die Last erholen kann, sieht ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß die Überwachungsschaltung unmittelbar nach dem Meßausschaltintervall das Meßeinschaltintervall generiert.

Weitere Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung sind Gegenstand der Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung eines Ausführungsbeispiels.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schaltung eines erfindungsgemäßen Steuergeräts und

Fig. 2 eine Darstellung von PWM-Signalen, Meßausschaltintervallen und Meßeinschaltintervallen bei dem erfindungsgemäßen Steuergerät.

Ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Steuergeräts, dargestellt in Fig. 1, umfaßt einen N-Kanal MOSFET-Transistor T1 als Endstufenschalter, dessen Drain-Anschluß D mit einem Spannungs-Versorgungsanschluß V für eine Versorgungsspannung U_V verbunden ist. Diese Versorgungsspannung U_V ist beispielsweise das + 12 Volt Bordnetz eines Kraftfahrzeugs.

Ein Source-Anschluß S des Endstufenschalters T1 ist mit einem Ausgang A verbunden.

Zwischen dem Ausgang A und Masse M liegt eine insbesondere induktive Last L, welche beispielsweise durch einen Motor eines Lüfters eines Kraftfahrzeugs repräsentiert wird. Ferner liegen noch zwischen dem Ausgang A und der Masse M ein Kondensator C4 und eine Freilaufdiode D1. Diese Freilaufdiode D1 dient dazu, beim Ausschalten des Endstufenschalters T1 einen Stromfluß zwischen der Masse M und dem Ausgang A zuzulassen, durch welchen eine aufgrund der induktiven Last auftretende Spannungsspitze abgebaut wird.

Eine Ansteuerung des Endstufenschalters T1 erfolgt über einen Gate-Anschluß G desselben mittels einer Einschaltstufe ES und einer Ausschaltstufe AS, die eine Steuerung einer Gate-Spannung U_G am Gate-Anschluß erlauben.

Die Einschaltstufe ES und die Ausschaltstufe AS sind beide angesteuert durch eine Steuerschaltung SS, welcher über eine Sollwert-Eingabeleitung SE ein Sollwert für ein PWM-Signal vorgebar ist. Weiter ist die Steuerschaltung SS über einen Systemaktivierungsleitung SA aktivierbar.

Eine Stromversorgung der Steuerschaltung SS erfolgt über ein dem Spannungs-Versorgungsanschluß V nachgeschaltetes Filter FI und eine diesem nachgeordnete Selbsthalteschaltung SH, welche mit einer Versorgungsleitung VL der Steuerschaltung SS verbunden ist und in dieser eine Spannung U_{VL} erzeugt.

Zwischen der Versorgungsleitung VL und der

Masse M liegt ein Kondensator C2. Ferner ist mit der Versorgungsleitung SL eine Diode D2 verbunden, welche mit einem Kondensator C1 in Reihe geschaltet ist, der seinerseits wiederum mit dem Ausgang A verbunden ist. Die Diode D2 ist dabei so geschaltet, daß ein Strom von der Versorgungsleitung VL zum Kondensator C1, und zwar zur Aufladung desselben, fließen kann, wenn der Endstufenschalter T1 ausgeschaltet ist und somit der Kondensator C1 mit der Masse verbunden ist.

Die Diode D2 und der Kondensator C1 bilden eine als Ladungspumpenschaltung ausgebildete Gate-Spannungsversorgung GSV mit einem mit der Versorgungsleitung VL verbundenen Plusanschluß PLA und einen mit dem Ausgang A verbundenen Minusanschluß MLK, wobei eine Gate-Versorgungsspannung U_{GV} an einem Mittelabgriff MA zur Verfügung steht.

Mit dem zwischen der Diode D2 und dem Kondensator C2 liegenden Mittelabgriff MA ist über einen Widerstand R1 die Einschaltstufe ES verbunden, welche einen Schalttransistor ST aufweist, der seinerseits über eine mit der Steuerschaltung SS verbundene Einschaltsteuerleitung ESL ansteuerbar ist. Bei durchgeschalteter Einschaltstufe ES fließt von dem Mittelabgriff MA über den Widerstand R1 ein Strom zum Gate-Anschluß G des Endstufenschalters T1, wobei sich die Gate-Versorgungsspannung UG ausbildet.

Zur Verzögerung des Anstiegs der Gate-Versorgungsspannung UG unmittelbar nach dem Einschalten der Einschaltstufe ES ist der Gate-Anschluß G des Endstufenschalters T1 über einen Kondensator C3 mit Masse verbunden, wobei der Widerstand R1 und der Kondensator C3 ein RC-Glied bilden, welches die Gate-Versorgungsspannung UG unmittelbar nach dem Einschalten der Einschaltstufe ES mit einer definierten Zeitverzögerung ansteigen läßt und somit auch eine Flankensteilheit eines Anstiegs einer entsprechenden Source-Spannung US limitieren.

Zur Absicherung der Gate-Versorgungsspannung UG liegen zwischen dem Gate-Anschluß G des Endstufenschalters T1 und dem Source-Anschluß S desselben oder dem Ausgang A eine Zenerdiodenreihe Z1 und parallel dazu einen Widerstand R3, wobei der Widerstand R3 dazu dient, bei ausgeschaltetem Endstufenschalter T1 diesen Zustand zu erhalten.

Die Ausschaltstufe AS umfaßt ebenfalls einen Schalttransistor ST und dient dazu, den Gate-Anschluß G des Endstufenschalters T1 mit Masse M zu verbinden, wobei zwischen der Ausschaltstufe AS und dem Gate-Anschluß G des Endstufenschalters T1 ein Widerstand R2 liegt, welcher mit dem Kondensator C3 ebenfalls ein RC-Glied bildet, durch welches ein Abfallen der Gate-Versorgungsspannung UG mit definierter Zeitverzögerung und somit ein entsprechendes Abfallen der Source-Spannung US festlegbar sind.

Vorzugsweise haben die RC-Glieder R1 C3 und R2 C3 eine vergleichbare, günstigerweise eine identische Zeitkonstante.

Die Diode D2 bildet mit dem Kondensator C1 eine

Ladungspumpe zur Erzeugung einer Gate-Versorgungsspannung UG, welche höher liegt als die Spannung U_V am Versorgungsspannungsanschluß V des Steuergeräts.

Das erfindungsgemäße Steuergerät arbeitet dabei wie folgt.

Bei der Aktivierung des Steuergeräts über die Systemaktivierungsleitung SA wird einerseits die Selbsthaltung SH und andererseits die Steuerschaltung SS aktiviert. Damit liegt an der Versorgungsleitung VL die Spannung U_{VL} an, welche ungefähr der Spannung U_V am Spannungsversorgungsanschluß V entspricht.

Ferner ist in diesem Zustand der Endstufenschalter T1 ausgeschaltet, so daß der Kondensator C1 einerseits über einen von der Versorgungsleitung VL durch die Diode D2 und über Mittelabgriff MA fließenden Strom und andererseits über einen über die Last L zum Ausgang A und von diesem auf den Kondensator C1 fließenden Strom aufgeladen wird. Die Spannung, mit welcher der Kondensator C1 aufgeladen wird, entspricht im wesentlichen der Spannung U_{VL} , welche dann auch an dem Mittelabgriff MA anliegt.

Wird nun durch die Steuerschaltung SS die Einschaltstufe ES aktiviert und deren Schalttransistor ST durchgeschaltet, so führt die am Mittelabgriff MA anliegende Spannung U_{VL} dazu, daß ein Strom über den Widerstand R1 zum Gate-Anschluß G des Endstufenschalters T1 fließt und sich, zeitverzögert durch das RC-Glied R1, C3 die Gate-Spannung UG aufbaut.

Mit sich aufbauender Gate-Spannung UG schaltet der Endstufenschalter T1 durch und die Source-Spannung US, die bei ausgeschaltetem Endstufenschalter T1 im Anfangszustand ungefähr dem Potential der Masse M entspricht, steigt an, da der über den Endstufenschalter T1, den Ausgang A und die Last L zur Masse M fließende Strom das Potential am Source-Anschluß S des Endstufenschalters T1 ansteigen läßt und zwar bis maximal auf ungefähr die Versorgungsspannung U_V am Versorgungsspannungsanschluß V bei voll durchgesteuerten Endstufenschalter T1. Zu dieser Source-Spannung US addiert sich die am Kondensator C1 liegende Spannung, so daß eine Gate-Versorgungsspannung UG erreichbar ist, welche maximal ungefähr dem doppelten der Versorgungsspannung U_V entspricht, wenn U_V ungefähr gleich U_{VL} ist.

Der Kondensator C1 ist nun so dimensioniert, daß dessen Ladung ausreicht, um während des längst möglichen Einschaltintervalls EIV des von der Steuerschaltung SS erzeugten PWM-Signals Gate-Versorgungsspannung UG zu liefern, die deutlich höher ist als U_V , wobei UG vorzugsweise mindestens 3, noch besser 5 Volt über der Source-Spannung US liegt.

Zum Ausschalten steuert die Steuerschaltung über die Ausschaltleitung ASL den Schalttransistor ST der Ausschaltstufe AS an und schaltet gleichzeitig über die Einschaltsteuerleitung ESL den Schalttransistor der Einschaltstufe ES ab, so daß nunmehr der Gate-Anschluß G des Endstufenschalters T1 über die Aus-

schaftstufe AS und den Widerstand R2 mit der Masse M verbunden ist. Das Abfallen der Gate-Spannung UG wird dabei begrenzt durch das RC-Glied C3, R2.

Bei ausgeschaltetem Endstufenschalter T1 lädt sich der Kondensator C1 wieder auf, denn die Source-Spannung US nähert sich in diesem Fall wieder im wesentlichen dem Wert Null.

Ferner dient der Kondensator C2 dazu, um nach Abschalten des Endstufenschalters T1 einen ausreichend großen Strom über die Diode D2 zum möglichst schnellen Aufladen des Kondensators C1 fließen zu lassen.

Je nach dem wie groß das RC Glied R2, C3 gewählt ist, treten an dem Source-Anschluß S des Endstufenschalters T1 aufgrund der Freilaufdiode D1 mehr oder weniger große negative Abschaltspitzen, bedingt durch die induktive Last, auf, welche zum zusätzlichen Aufladen des Kondensators C1 auf eine Spannung verwendet werden können, die letztlich größer als die Versorgungsspannung UV am Spannungsversorgungsanschluß V ist.

Vorzugsweise ist die Kapazität des Kondensators C1 so groß gewählt, daß während der gesamten Einschaltdauer des Endstufenschalters T1 die Gate-Versorgungsspannung U_{VG} und folglich in diesem Fall auch näherungsweise die Gate-Spannung UG stets um mindestens 5 Volt über der Spannung am Drain-Anschluß D des Endstufenschalters T1 liegt.

Ferner sind die Kondensatoren C1 und C2 so dimensioniert, daß sich der Kondensator C1 nach dem Ausschalten des Endstufenschalters T1 so schnell auflädt, daß die minimale Ausschaltdauer des PWM-Signals unter 10% der Einschaltdauer, vorzugsweise bei ungefähr 1% derselben liegen kann.

Die Zeitkonstante der RC-Glieder R1, C3 und R2, C3 wird vorzugsweise so gewählt, daß diese bei 120 Nanosekunden liegt, während die Schaltverzögerung der Freilaufdiode D1 so gewählt wird, daß diese bei ungefähr einem Zehntel der Zeitkonstante der RC-Glieder R1, C3 und R2, C3 oder weniger, das heißt bei ungefähr 12 Nanosekunden oder weniger, liegt.

Das mit dem erfindungsgemäßen Steuergerät erzeugbare PWM-Signal ist in Fig. 2 im unteren Teil dargestellt, wobei die Einschaltdauer tE des Einschaltintervalls EIV und die Ausschaltdauer tA des Ausschaltintervalls AIV bei dem beispielhaft eingezeichneten PWM-Signal ungefähr gleich groß sind. Die Periodendauer des PWM-Signals beträgt tP.

Ferner ist in Fig. 2 die während der Ausschaltdauer tA noch auftretende negative Spannungsspitze, die aufgrund der induktiven Last und der Freilaufdiode D1 auftritt, erkennbar.

Das erfindungsgemäße Steuergerät umfaßt zusätzlich zur Steuerschaltung SS eine mit der Steuerschaltung SS kommunizierende Meßschaltung MS, wobei die Steuerschaltung SS gleichzeitig als Überwachungsschaltung arbeitet.

Mit der Meßschaltung MS wird über einen ersten

Analog-Digitalwandler AD1 an einem Meßabgriff MA, welcher mit dem Ausgang A verbunden ist, die Spannung U_A während einer Meßdauer tM eines Meßausschaltintervalls MAI überwacht, währenddessen der Endstufenschalter T1 ausgeschaltet ist.

Während dieser Meßdauer tM tritt, wie in Fig. 2 dargestellt, nach dem letzten Ausschalten des Endstufenschalters T1 als U_A die durch die induktive Last L bedingte negative Spannungsspitze auf, die sich jedoch durch die Freilaufdiode D1 abbaut und zu positiven Werten übergeht, die aufgrund des Weiterlaufens des die Last L bildenden Lüftermotors als Generator auftreten. Der Lüftermotor erzeugt dabei eine Generatorspannung U_{GE}, welche bei einem Wirkungsgrad von ungefähr 50% maximal ungefähr die Hälfte der Versorgungsspannung U_V am Versorgungsspannungsanschluß V beträgt.

Zur Erfassung der Generatorspannung U_{GE} des Lüftermotors erfolgt die Messung der am Meßabgriff MA meßbaren Spannung U_A zu einer definierten Überwachungszeit tU nach dem letzten Ausschalten des PWM-Einschaltintervalls EIV.

Die Meßschaltung MS wertet nach der gemessenen Generatorspannung U_{GE} den Wert derselben aus, wobei am Auftreten der Generatorspannung U_{GE} und der Größe derselben jeweils zu der festgelegten Überwachungszeit tU erkennbar ist, ob der als Last L dienende Lüftermotor im Freilauf weiterläuft oder beispielsweise nicht weiterläuft und blockiert ist.

Das heißt, daß die Meßschaltung MS lediglich festzustellen braucht, ob die Generatorspannung U_{GE} über einem Sollwert U_{GES} liegt, um sicher zu sein, daß der Lüftermotor nicht blockiert ist, sondern ungehindert weiterläuft.

Das Ausschalten des PWM-Signals hat aber weiter den Effekt, daß die im Filter FI vorgesehenen Kondensatoren aufgeladen werden und die Versorgungsspannung U_V sich auf einen maximalen Wert U_{VM} erholen kann.

Wird noch nach dem Meßausschaltintervall MAI der Endstufenschalter T1 während eines Meßeinschaltintervalls MEI mit einer Belastungszeitdauer tB durchgeschaltet, so sinkt die Versorgungsspannung U_V von dem maximalen Wert U_{VM} auf einen Belastungswert U_{VB} ab, der dadurch bedingt ist, daß eine Entladung der Kondensatoren im Filter FI erfolgt da das Bordnetz, welches die Versorgungsspannung U_V liefert, selbst einen Widerstand aufweist.

An einem mit dem Versorgungsspannungsanschluß V verbundenen Versorgungsspannungsabgriff VA ist mittels eines Analog-Digital-Wandlers AD2 die Versorgungsspannung U_V meßbar und von der Meßschaltung MS abfragbar, wobei die Differenz zwischen der maximalen Spannung U_{VM} und der Spannung U_{VB} nach einer Belastungszeitdauer tB erkennen läßt, inwieweit die an dem Anschluß A angeschlossene Last L einen vorgesehenen Strom fließen läßt und damit überhaupt vorhanden ist oder - beispielsweise aufgrund

eines Kurzschlusses - einen zu großen Strom fließen läßt.

Beträgt die Differenz zwischen dem Wert U_{VM} und U_{VB} ungefähr gleich Null, so kann die Meßschaltung MS erkennen, daß gar keine Last L angeschlossen ist.

Liegt beispielsweise die Differenz zwischen der Spannung U_{VM} und U_{VB} in der Größenordnung von weniger als 1 Volt, jedoch größer 0,5 Volt, so ist beispielsweise der Dimensionierung entsprechende Last angeschlossen.

Liegt die Differenz zwischen U_{VM} und U_{VB} bei Spannungen von größer 2 bis 3 Volt, so liegt eine zu starke Belastung des Ausgangs A mittels der Last L, die beispielsweise einen Kurzschluß aufweist, vor, und die Steuerschaltung SS kann dies zum Anlaß nehmen, das Steuergerät durch Abschalten der Selbsthaltung SH zu deaktivieren.

Patentansprüche

1. Steuergerät zur Ansteuerung einer an einem Ausgang angeschlossenen induktiven Last, insbesondere eines Lüftermotors eines Kraftfahrzeugs, umfassend

eine Steuerschaltung, welche entsprechend eines Sollwerts ein aufeinanderfolgende Ein- und Ausschaltintervalle aufweisendes PWM-Signal erzeugt,

einen FET-Endstufenschalter zum Schalten eines von einem Spannungsversorgungsanschluß zum Ausgang fließenden Speisestroms für die Last entsprechend den Ein- und Ausschaltintervallen,

eine Einschaltstufe und eine Ausschaltstufe zum Ein- und Ausschalten einer Gate-Spannung des Endstufenschalters, welche entsprechend dem Ein- und Ausschaltintervall des PWM-Signals von der Steuerschaltung angesteuert sind, und eine Gate-Spannungsversorgung für die Einschaltstufe zur Erzeugung einer Gate-Versorgungsspannung zum Durchschalten des Endstufenschalters während des Einschaltintervalls

dadurch gekennzeichnet,

daß die Gate-Spannungsversorgung (GSV) eine Ladungspumpenschaltung, umfassend eine zwischen einem Plusanschluß (PLA) und einem Mittelabgriff (MA) in Durchlaßrichtung liegende Diode (D2) und einen zwischen dem Mittelabgriff (MA) und einem Minusanschluß (MIA) liegenden Kondensator (C1), aufweist, daß der Mittelabgriff (MA) mit der Einschaltstufe (ES) verbunden ist und daß ein Potential am Minusanschluß (MIA) der Ladungspumpenschaltung sich entsprechend einem Potential am Ausgang (A) ändert und somit während des Ausschaltintervalls (AIV) ein über die

Diode (D2) fließender Strom den Kondensator (C1) auflädt und während des gesamten Einschaltintervalls (EIV) die Diode (D2) sperrt und die Kapazität (C1) am Mittelabgriff (MA) eine Gate-Versorgungsspannung (U_{GV}) liefert, welche mindestens einer Spannung am versorgungsseitigen Anschluß (D) des Endstufenschalters (T1) entspricht.

2. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gate-Versorgungsspannung (U_{GV}) dem Gate-Anschluß des Endstufenschalters (T1) ungeregelt zuführbar ist.
3. Steuergerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazität (C1) in der Ladungspumpenschaltung so dimensioniert ist, daß diese bei für das PWM-Signal vorgesehenem minimalem Ausschaltintervall (AIV) und maximalem Einschaltintervall (EIV) während des gesamten Einschaltintervalls (EIV) eine Gate-Versorgungsspannung (U_{GV}) liefert, welche größer ist als die Spannung am versorgungsseitigen Anschluß (D) des Endstufenschalters (T1).
4. Steuergerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leckströme bei der Erzeugung Gate-Spannung (U_G) während des gesamten Einschaltintervalls (EIV) die Kapazität (C1) nur so weit entladen, daß deren Spannung am Ende des maximalen Einschaltintervalls (EIV) größer ist als die Spannung am versorgungsseitigen Anschluß (D) des Endstufenschalters (T1).
5. Steuergerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazität (C1) so dimensioniert ist, daß sie sich während des maximalen Einschaltintervalls (EIV) nicht mehr als zur Hälfte entlädt.
6. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gate-Versorgungsspannung (U_{GV}) während des gesamten Einschaltintervalls mindestens 3 Volt über der Spannung am versorgungsseitigen Anschluß (D) des Endstufenschalters (T1) liegt.
7. Steuergerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Minusanschluß (MIA) der Ladungspumpenschaltung auf einem Potential zwischen dem des ausgangsseitigen Anschlusses (S) des Endstufenschalters (T1) und dem des Ausgangs (A) liegt.
8. Steuergerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Plusanschluß (PLA) der Ladungspumpenschaltung auf

- einem Potential liegt, welches mindestens dem am versorgungsseitigen Anschluß (D) des Endstufenschalters (T1) entspricht.
9. Steuergerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Plusanschluß (PLA) der Ladungspumpenschaltung mit einer Versorgungsleitung (VL) des Steuergeräts verbunden ist. 5
 10. Steuergerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Versorgungsleitung (VL) auf einer stabilisierten Spannung (U_{VL}) liegt. 10
 11. Steuergerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die an dem Plusanschluß (PLA) der Ladungspumpenschaltung anliegende Spannung (U_{VL}) über einen Kondensator (C2) stabilisiert ist. 15
 12. Steuergerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gate-Spannungsversorgung (GSV) ausschließlich Dioden (D1) und Kondensatoren (C1) umfaßt. 20
 13. Steuergerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Einschaltstufe (ES) ein als Tiefpaß ausgebildetes Zeitglied (R1, C3) zugeordnet ist. 25
 14. Steuergerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kondensator (C3) des Tiefpasses (R1, C3) zwischen dem Gate-Anschluß (G) und Masse (M) liegt. 30
 15. Steuergerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einschaltstufe (ES) einen von der Steuerschaltung (SS) steuerbaren Schalttransistor (ST) aufweist. 35
 16. Steuergerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausschaltstufe (AS) ein als Tiefpaß ausgebildetes Zeitglied (R2, C3) zugeordnet ist. 40
 17. Steuergerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausschaltstufe (AS) einen von der Steuerschaltung (SS) geschalteten Schalttransistor (ST) aufweist. 45
 18. Steuergerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zeitkonstante des Tiefpasses für das Einschalten (R1, C3) und/oder das Ausschalten (R2, C3) mindestens einen Faktor fünf größer ist als eine Zeitkonstante einer zur Last (L) parallel geschalteten Freilaufdiode (D1). 50
 19. Steuergerät zur Ansteuerung einer Last, insbesondere eines Lüftungsmotors eines Kraftfahrzeugs, umfassend eine Steuerschaltung, welche entsprechend eines Sollwerts ein aufeinanderfolgende Einschaltintervalle und Ausschaltintervalle aufweisendes PWM-Signal erzeugt, eine Einschaltstufe und eine Ausschaltstufe, welche gemäß dem PWM-Signal über einen Endstufenschalter den Speisestrom für die Last pulsweitenmoduliert schalten, insbesondere nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Endstufenschalter (T1) und der Last (L) ein Meßabgriff (MA) vorgesehen ist, welcher mit einer Meßschaltung (MS) verbunden ist, und daß eine Überwachungsschaltung (SS) durch Unterdrücken mindestens eines PWM-Einschaltintervalls (EIV) ein Meßausschaltintervall (MA) erzeugt und innerhalb des Meßausschaltintervalls (MA) mit der Meßschaltung (MS) die Spannung (U_A) am Meßabgriff (MA) überwacht und mit einem Referenzwert (U_{GES}) vergleicht. 55
 20. Steuergerät nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschaltung (MS) innerhalb des Meßausschaltintervalls (MAI) zu einer bestimmten Überwachungszeit (tU) die Spannung am Meßabgriff (MA) ermittelt.
 21. Steuergerät nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (SS) überprüft, ob die Spannung (U_A) am Meßabgriff (MA) einen Mindestwert (U_{GES}) überschreitet.
 22. Steuergerät nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (SS) periodisch ein Meßausschaltintervall (MAI) initiiert.
 23. Steuergerät nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Meßschaltung (MS) vorgesehen ist, welche eine Versorgungsspannung (U_V) des Steuergeräts erfaßt.
 24. Steuergerät nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (SS) ein Meßeinschaltintervall (MEI) definierter Dauer generiert und zu Beginn und zum Ende dieses Meßeinschaltintervalls (MEI) die Versorgungsspannung (U_V) unter Last (L) erfaßt und daß die Überwachungsschaltung (SS) die Differenz zwischen der Versorgungsspannung zu Beginn (U_{VM}) und am Ende (U_{VB}) des Meßeinschaltintervalls (MEI) ermittelt und mit einem Referenzwert vergleicht.
 25. Steuergerät nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (SS) bei einer Differenz kleiner eines Mindestreferenzwerts eine fehlende Last meldet.

26. Steuergerät nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (SS) bei Überschreiten eines Maximalreferenzwertes einen Kurzschluß meldet.

5

27. Steuergerät nach einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (SS) ein PWM-unabhängiges Meßeinschaltintervall (MEI) generiert.

10

28. Steuergerät nach einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungsschaltung (SS) unmittelbar nach dem Meßauschaltintervall (MAI) das Meßeinschaltintervall (MEI) generiert.

15

20

25

30

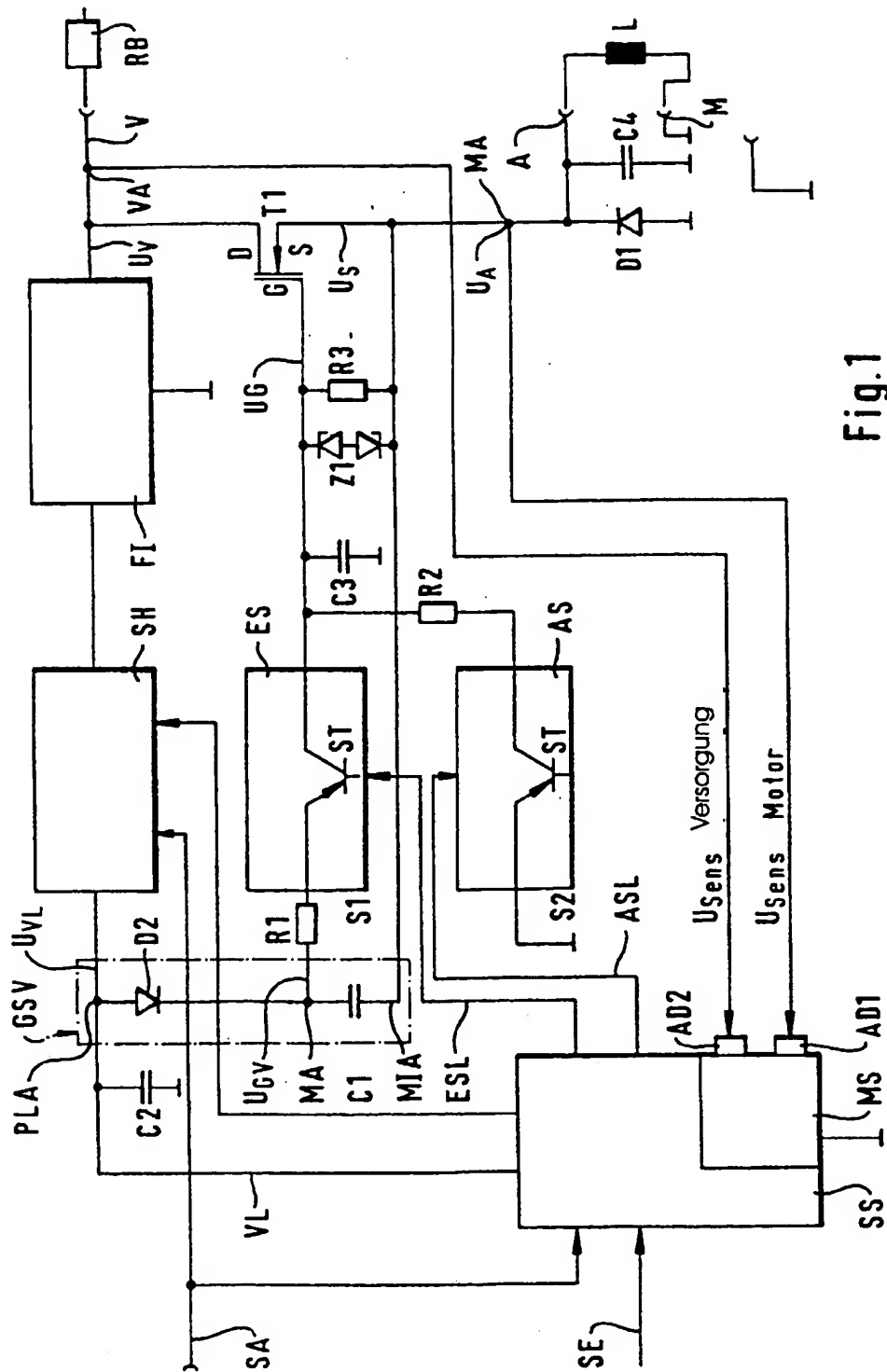
35

40

45

50

55



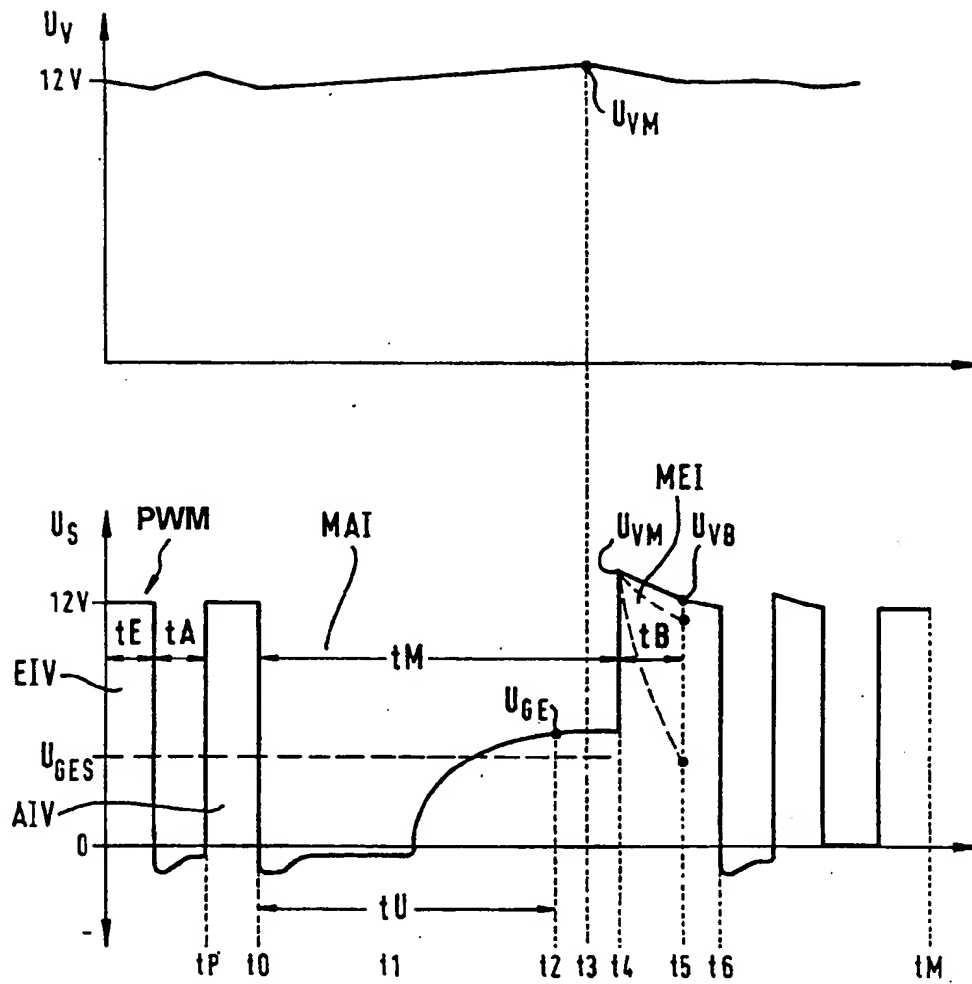


Fig.2